

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-272965

(43)公開日 平成8年(1996)10月18日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/62	4 1 0 A
G 0 6 K 9/62	6 2 0	9061-5H 9061-5H	G 0 6 K 9/62 G 0 6 F 15/70	6 2 0 A 3 3 0 C

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全8頁)

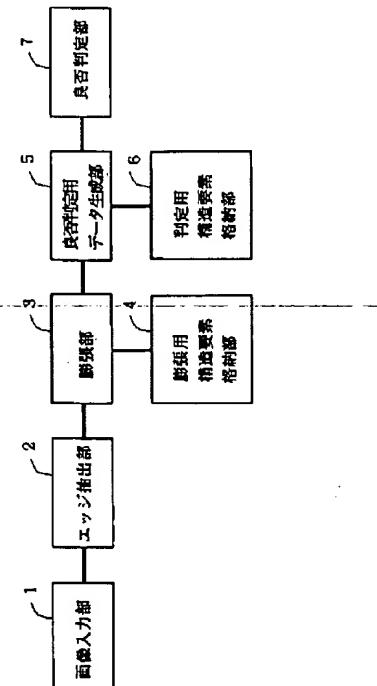
(21)出願番号	特願平7-73135	(71)出願人	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22)出願日	平成7年(1995)3月30日	(72)発明者	千葉 直樹 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内
		(72)発明者	安富 文夫 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内
		(74)代理人	弁理士 香山 秀幸

(54)【発明の名称】 文字・図形品質検査装置

(57)【要約】

【目的】 この発明は、汎用性のある文字・図形検査装置を提供することを目的とする。

【構成】 文字・図形品質検査装置において、被検査対象画像からエッジを抽出する手段2、抽出されたエッジを、膨張用構造要素を用いて、エッジ方向に垂直な方向に膨張させる手段3、および膨張されたエッジと、判定用構造要素を用いて、被検査対象画像の良否判定を行う手段5、7を備えている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査対象画像からエッジを抽出する手段、抽出されたエッジを、膨張用構造要素を用いて、エッジ方向に垂直な方向に膨張させる手段、および膨張されたエッジと、判定用構造要素を用いて、被検査対象画像の良否判定を行う手段、を備えている文字・図形品質検査装置。

【請求項2】 膨張用構造要素としては、許容できる欠けおよびにじみを膨張によって吸収できる大きさのものが用いられる請求項1に記載の文字・図形品質検査装置。

【請求項3】 判定用構造要素が、被検査対象画像に対応する標準画像から抽出されたエッジ画像である標準画像ヒットエッジ用構造要素である請求項1および2のいずれかに記載の文字・図形品質検査装置。

【請求項4】 判定用構造要素が、被検査対象画像に対応する標準画像から抽出されたエッジ画像である標準画像ヒットエッジ用構造要素、被検査対象画像に対応する標準画像のエッジに存在し、他の標準画像のエッジには存在しない複数の点からなる誤読判定ヒットエッジ用構造要素、および被検査対象画像に対応する標準画像のエッジには存在せずに、他の標準画像のエッジに存在する複数の点からなる誤読判定ミスエッジ用構造要素とからなる請求項1および2のいずれかに記載の文字・図形品質検査装置。

【請求項5】 誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素は、シミュレーティッドアニーリングによって最適化されたものが用いられる請求項4に記載の文字・図形品質検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、文字、図形の品質を検査する文字・図形品質検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】文字・図形の品質を検査する装置として、チップ抵抗器に捺印されている文字の欠陥を検査する装置が知られている。この検査装置では、まず、チップ抵抗器の表面がビデオカメラによって撮像され、デジタル濃淡画像として入力される。入力画像から、文字部分が切り出される。そして、切り出された画像に対して2値化処理が施され、被検査文字とされる。

【0003】次に、被検査文字と標準文字との差分画像が検出されることにより、欠陥部が抽出される。この欠陥部には、"かけ"と"にじみ"とがある。すなわち、"かけ"は、標準文字に存在して、被検査文字に存在しない部分である。また、"にじみ"は、被検査文字に存在して、標準文字に存在しない部分である。

【0004】次に、文字毎に予め設定された"かけ"に対する注目領域内において、"かけ"の欠陥部が占める

2

面積が算出される。また、文字毎に予め設定された"にじみ"に対する注目領域内において、"にじみ"の欠陥部が占める面積が算出される。そして、算出されたこれらの面積に基づいて、被検査文字の品質が判別される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記検査装置において使用されている各注目領域は、通常、開発者が設定しなければならない。また、文字のフォントが変わる毎に、各注目領域を設定し直す必要があり、汎用性がない。

10 【0006】この発明は、汎用性のある文字・図形検査装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明による文字・図形品質検査装置は、被検査対象画像からエッジを抽出する手段、抽出されたエッジを、膨張用構造要素を用いて、エッジ方向に垂直な方向に膨張させる手段、および膨張されたエッジと、判定用構造要素を用いて、被検査対象画像の良否判定を行う手段を備えていることを特徴とする。

20 【0008】膨張用構造要素としては、許容できる欠けおよびにじみを膨張によって吸収できる大きさのものを用いることが好ましい。

【0009】判定用構造要素としては、たとえば、被検査対象画像に対応する標準画像から抽出されたエッジ画像である標準画像ヒットエッジ用構造要素が用いられる。

【0010】判定用構造要素として、次の3つの構造要素を用いてもよい。

30 (a) 被検査対象画像に対応する標準画像から抽出されたエッジ画像である標準画像ヒットエッジ用構造要素

(b) 被検査対象画像に対応する標準画像のエッジに存在し、他の標準画像のエッジには存在しない複数の点からなる誤読判定ヒットエッジ用構造要素

(c) 被検査対象画像に対応する標準画像のエッジには存在せずに、他の標準画像のエッジに存在する複数の点からなる誤読判定ミスエッジ用構造要素

40 【0011】上記3つの構造要素を判定用構造要素として用いる場合、誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素としては、シミュレーティッドアニーリングによって最適化されたものを用いることが好ましい。

【0012】

【作用】まず、被検査対象画像からエッジが抽出される。抽出されたエッジは、膨張用構造要素を用いて、エッジ方向に垂直な方向に膨張せしめられる。そして、膨張されたエッジと、判定用構造要素を用いて、被検査対象画像の良否判定が行われる。

【0013】

【実施例】以下、この発明を、チップ抵抗器に捺印されている文字の欠陥を検査する装置に適用した場合の実施

例について、説明する。

【0014】図1は、チップ抵抗器に捺印されている文字の欠陥を検査する検査装置の構成を示している。

【0015】チップ抵抗器は、非常に微小な抵抗器であり、その表面には抵抗値を示す3桁の数字が捺印されている。例えば、"163"という文字列は、 $1.6 \times 10^3 \Omega$ の抵抗値を示している。チップ抵抗器に発生する欠陥には、(a)捺印無し、(b)かけ、(c)かすれ、(d)にじみ、および(e)文字掛けがある。

【0016】チップ抵抗器の捺印文字に求められている品質は、「数字として読み取れ、しかも、他の文字と読み間違えることがない」という原則を満たす程度でよい。図1の検査装置は、チップ抵抗器の捺印文字の品質が上記原則を満たしているか否かを自動的に検査するものである。

【0017】図1の検査装置は、画像入力部1、エッジ抽出部2、膨張部3、良否判定用データ生成部5および良否判定部7を備えている。膨張部3は、膨張用構造要素格納部4を備えている。良否判定用データ生成部5 *

$$D(x, y; x_0, y_0) = \exp \left\{ \frac{-(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{\sigma^2} \right\} - \exp \left\{ \frac{-(x+y)^2}{\sigma^2} \right\}$$

【0021】図4は、文字"5"の原画像に対して抽出された4方向のエッジ画像、すなわち、北側エッジ画像(図4(a))、南側エッジ画像(図4(b))、東側エッジ画像(図4(c))および西側エッジ画像(図4(d))を示している。

【0022】膨張部3は、2値化後の各方向のエッジ画像に対して、膨張用構造要素を用いて、ベクトルモルフォロジーの膨張演算を行う。

【0023】モルフォロジー(Mathematical Morphology)の基本演算について、説明する。まず、モルフォロジーの演算式で用いられている記号について、説明する。

【0024】 E^N は、ユークリッド的N次元空間の実数※

$$A \oplus B = \{ x \in E^N \mid \exists^a \in A, b \in B, x = a + b \}$$

【0028】定義2：収縮(Erosion)

【0029】

$$A \ominus B = \{ x \in E^N \mid \exists^a \in A, b \in B, x = a - b \}$$

【0030】定義3：オープニング(Opening)

【0031】

【数4】

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

【0032】定義4：クロージング(Closing)

【0033】

【数5】

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

【0034】モルフォロジーの理論はベクトル画像(こ☆

*は、判定用構造要素格納部6を備えている。

【0018】この検査装置では、まず、チップ抵抗器の表面がビデオカメラによって撮像され、ディジタル濃淡画像として画像入力部1に入力される。入力画像から、文字部分が切り出されて被検査文字とされる。被検査文字は、"0"~"9"の数字である。被検査文字が"0"~"9"のうちのいずれの数字であるかの情報は、検査装置に予め与えられている。

【0019】エッジ抽出部2は、被検査文字に対して、4方向のエッジ抽出処理を行う。エッジを抽出するには微分を行えばよいが、高周波強調演算であるため、雑音に弱い。そこで、この例では、バンドパス型微分演算処理とすべく、DOOG (Difference Of Offset Gaussian) フィルタを用いて、90度ずつ異なる4方向(東西南北)のエッジをそれぞれ抽出している。DOOGフィルタは、次の式1で表すことができる。抽出されたエッジ画像は、適当なしきい値によって、2値化される。

【0020】

【数1】

$$D(x, y; x_0, y_0) = \exp \left\{ \frac{-(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{\sigma^2} \right\} - \exp \left\{ \frac{-(x+y)^2}{\sigma^2} \right\}$$

※の座標を表す。 $\{x \mid P\}$ は、属性Pの条件を満たす要素xの集合を定める。 $A \subseteq B$ は、「AはB部分集合である」ことを表す。 $x \in A$ は、xが集合Aの要素であることを表す。ヨは、存在することを意味する。

【0025】2値のモルフォロジーでは、集合Aをシルエット画像とし、集合BをN次元空間上の形状と定義し、 $A \subseteq E^N$ 、 $B \subseteq E^N$ とすると、4つの基本演算は次のように定義される。

【0026】定義1：膨張(Dilation)

【0027】

【数2】

★【数3】

★

$$A \ominus B = \{ x \in E^N \mid \exists^a \in A, b \in B, x = a - b \}$$

☆こでは1枚の画像を要素として二次元の配列を意味する)に拡張されている。ベクトル画像を $A = [A_{ij}]$ 、構造要素を $B = [B_{ij}]$ で表し、配列の転置を B^T で表すとモルフォロジーの基本演算は次のように定義される。

【0035】定義1：膨張(Dilation)

【0036】

【数6】

5

$$A \oplus B = \{C_{ij} \in E^N \mid C_{ij} = \cup_k A_{ik} \oplus B_{kj} \text{ for } i=1, \dots, I, j=1, \dots, J, \text{ and } k=1, \dots, K\}$$

6

*【数7】

【0037】定義2：収縮 (Erosion)

【0038】

*

$$A \ominus B = \{C_{ij} \in E^N \mid C_{ij} = \cup_k A_{ik} \ominus B_{kj} \text{ for } i=1, \dots, I, j=1, \dots, J, \text{ and } k=1, \dots, K\}$$

【0039】定義3：オープニング (Opening)

【0040】

【数8】

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B^T$$

【0041】定義4：クロージング (Closing)

【0042】

【数9】

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B^T$$

【0043】膨張部3による膨張演算では、許容するエッジの上下移動を吸収するために、膨張用構造要素を用いて、抽出されたエッジがエッジ方向と垂直に所定サイズだけ膨張される。

【0044】図5の(a)～(d)は、図4の各方向エッジ画像に対して、膨張用構造要素 α を用いて膨張処理を行った結果を示している。この結果から分かるように、各方向のエッジは、エッジ方向と垂直方向に膨張用構造要素 α の形状およびサイズにしたがって膨張されている。なお、膨張用構造要素 α として用いられる具体例を、図6に示しておく。

【0045】膨張用構造要素は、各文字"0"～"9"に対して、予め作成されており、膨張用構造要素格納部4に格納されている。エッジを膨張させるサイズ、すなわち膨張用構造要素のサイズは、良品の中でも高品質な文字を平均化した文字(以下、標準文字という)を膨張して作成した太めの文字、収縮して作成した細めの文字のうち、良品の限界のものを許容するように決定される。膨張用構造要素のサイズの決定方法については後述する。

【0046】良否判定用データ生成部5は、判定用構造要素を用いて、良否判定用データを生成する。判定用構造要素には、標準文字ヒットエッジ用構造要素、誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素がある。したがって、判定用構造要素格納部6には、図2に示すように、標準文字ヒットエッジ用構造要素を格納する格納部6.1、誤読判定ヒットエッジ用構造要素を格納する格納部6.2および誤読判定ミスエッジ用構造要素を格納する格納部6.3が設けられている。

【0047】標準文字ヒットエッジ用構造要素は、標準文字から抽出された4方向のエッジ画像であり、文字"0"～"9"それぞれについて、予め作成されている。

【0048】誤読判定ヒットエッジ用構造要素は、対象となる文字に存在し、他の文字には存在しない点を示す画像であり、文字"0"～"9"それぞれについて、4方向毎に予め作成されている。

※【0049】誤読判定ミスエッジ用構造要素は、対象となる文字に存在せず、他の文字には存在する点を示す画像であり、文字"0"～"9"それぞれについて、4方向毎に予め作成されている。

【0050】誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素の決定方法については、後述する。

【0051】良否判定用データ生成部5による良否判定用データ生成処理について説明する。ここでは、説明の便宜上、被検査文字の4方向のエッジの膨張画像(以下、膨張エッジ画像という)を、Ia、Ib、Ic、Idとする。被検査文字の4方向の膨張エッジ画像Ia、Ib、Ic、Idの反転画像を、Ia'、Ib'、Ic'、Id'で表す。

【0052】また、当該被検査文字に対する4方向の標準文字ヒットエッジ用構造要素を、 αa 、 αb 、 αc 、 αd とする。また、当該被検査文字に対する4方向の誤読判定ヒットエッジ用構造要素を、 βa 、 βb 、 βc 、 βd とする。また、当該被検査文字に対する4方向の誤読判定ミスエッジ用構造要素を、 γa 、 γb 、 γc 、 γd とする。上記記号I、 α 、 β 、 γ の添字a、b、c、dは、それぞれ北、南、東、西のエッジ方向を示している。

【0053】被検査文字の4方向の膨張エッジ画像Ia、Ib、Ic、Idと、それに対応する標準文字ヒットエッジ用構造要素 αa 、 αb 、 αc 、 αd との重なっている画像数P(標準文字ヒット)が算出される。つまり、被検査文字の4方向の膨張結果画像Ia、Ib、Ic、Idと、それに対応する標準文字ヒットエッジ用構造要素 αa 、 αb 、 αc 、 αd との論理積がとられる。

【0054】また、被検査文字の4方向の膨張エッジ画像Ia、Ib、Ic、Idと、それに対応する誤読判定ヒットエッジ用構造要素 βa 、 βb 、 βc 、 βd との重なっている画像数Q(誤読判定ヒット)が算出される。つまり、被検査文字の4方向の膨張エッジ画像Ia、Ib、Ic、Idと、それに対応する誤読判定ヒットエッジ用構造要素 βa 、 βb 、 βc 、 βd との論理積がとられる。

【0055】また、被検査文字の4方向の膨張エッジ画像Ia、Ib、Ic、Idの反転画像Ia'、Ib'、Ic'、Id'と、それに対応する誤読判定ミスエッジ用構造要素 γa 、 γb 、 γc 、 γd との重なっている画像数R(誤読判定ミス)が算出される。つまり、反転画像Ia'、Ib'、Ic'、Id'と、それに対応する

誤読判定ミスエッジ用構造要素 γ_a 、 γ_b 、 γ_c 、 γ_d との論理積がとられる。

【0056】良否判定部7は、良否判定用データ生成部5によって算出されたデータP、Q、Rに基づいて、良否判定を行う。この良否判定は、図3に示すように、ニューラルネットワーク71を用いて行われる。

【0057】つまり、文字"0"～"9"それぞれに対応して10個のニューラルネットワーク71が良否判定部7に設けられている。ニューラルネットワーク71の学習は次のように行われる。たとえば、文字"5"に対して良否判定を行うニューラルネットワーク71では、文字"5"について、複数の良否サンプルを用意する。そして、各サンプルについて、検査装置を用いて、データP、Q、Rを生成する。そして、各サンプルについて生成されたP、Q、Rを入力パターンとし、そのサンプルについての良否を教師データとして、ニューラルネットワーク71を学習させる。他の文字に対して良否判定を行うニューラルネットワーク71に対しても、同様にして、学習が行われる。

【0058】そして、被検査文字について、検査を行うときには、被検査文字に対して生成されたデータP、Q、Rを、当該被検査文字に対応するニューラルネットワーク71に入力させることにより、良否結果を示す出力がニューラルネットワーク71から得られる。

【0059】以下、膨張用構造要素のサイズの決定方法と、誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素の決定方法について、説明する。

【0060】図7は、膨張用構造要素のサイズを決定するための処理手順を示している。

【0061】各文字"0"～"9"それぞれに対して、標準文字を膨張して作成した太めの文字、収縮して作成した細めの文字の複数の良否サンプルを用意しておく。また、図6に示すようなサイズの異なる複数の膨張用構造要素を用意しておく。図7は、1つの文字に対する膨張用構造要素のサイズの決定処理手順を示している。ここでは、文字"5"に対する膨張用構造要素のサイズを決定する場合を例にとって説明する。

【0062】(1)まず、膨張用構造要素の初期化が行われる(ステップ1)。つまり、予め用意された複数のサイズの膨張用構造要素のうち、最もサイズの小さい膨張用構造要素が設定される。

【0063】(2)次に、文字"5"に対するサンプル画像のうちの1つが入力される(ステップ2)。

【0064】(3)次に、DOOGフィルタを用いて、サンプル画像から4方向のエッジが抽出される(ステップ3)。

【0065】(4)当該決定処理において、現在設定されている膨張用構造要素を用いて、抽出された4方向のエッジに対して、ベクトルモルフォロジーの膨張処理が施される(ステップ4)。

【0066】(5)次に、サンプル画像から得られた膨張されたエッジと、予め作成されている文字"5"に対する標準文字ヒットエッジ用構造要素に基づいて、サンプル画像の良否判定が行われる(ステップ5)。つまり、サンプル画像から得られた各方向の膨張エッジと、対応する方向の標準文字ヒットエッジ用構造要素とが重なる画像の数がそれぞれ算出され、この算出結果に基づいて、サンプル画像の良否判定が行われる。

【0067】(6)このような処理が全てのサンプルに対して行われる(ステップ6)。

【0068】(7)全てのサンプルに対して、ステップ2～5の処理が行われると(ステップ6でYES)、各サンプルについて予め人間が評価した良否判定結果と、ステップ5で行われた良否判定結果との誤差に対して評価が行われる(ステップ7)。

【0069】(8)そして、前回の誤差より今回の誤差が小さければ、ステップ9に進む(ステップ8)。前回の誤差より今回の誤差が大きければ、前回設定された膨張用構造要素のサイズが、文字"5"に対する好適な膨張用構造要素のサイズとして決定され、この処理は終了する。なお、1回目においては、前回の誤差が存在しないため、ステップ8からステップ9に進む。

【0070】(9)ステップ9では、現在設定されている膨張用構造要素より1ランクだけサイズが大きい膨張用構造要素が選択されて設定される。そして、新たに設定された膨張用構造要素を用いて、各サンプルに対して、ステップ2～5の処理が行われる。各サンプルに対するステップ2～5の処理が終了すると、各サンプルについて予め人間が評価した良否判定結果と、ステップ5で行われた良否判定結果との誤差に対して評価が行われる(ステップ7)。前回の誤差より今回の誤差が小さければ、ステップ9に進む(ステップ8)。前回の誤差より今回の誤差が大きければ、前回設定された膨張用構造要素のサイズが文字"5"に対する好適な膨張用構造要素のサイズとして決定され、この処理は終了する。

【0071】このようにして、文字"5"に対する膨張用構造要素のサイズが決定される。決定されたサイズの膨張用構造要素は、文字"5"に対する膨張用構造要素として、膨張用構造要素格納部4に格納される。なお、他の文字についても、同様にして、膨張用構造要素のサイズが決定され、膨張用構造要素格納部4に格納される。

【0072】図8は、誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素を決定するための処理手順を示している。

【0073】各文字"0"～"9"それぞれに対して、標準文字を用意しておく。ここでは、文字"5"に対する誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素を決定する場合を例にとって説明する。

【0074】誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素の決定には、シミュレーティドアニーリング(Simulated Annealing : 模擬徐冷法)が用いられる。

【0075】(1) まず、対象文字"5"に対する誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素の初期化が行われる(ステップ11)。つまり、標準文字"5"から抽出された各方向のエッジ画像内の領域から、それぞれ所定数、たとえば、10個ずつ点を選択し、各方向毎に選択された点からなる画像を各方向の誤読判定ヒットエッジ用構造要素として設定する。また、標準文字"5"から抽出された各方向の膨張エッジ画像以外の領域から、それぞれ、所定数、たとえば、10個ずつ点を選択し、各方向毎に選択された点からなる画像を各方向の誤読判定ミスエッジ用構造要素として設定する。

【0076】(2) 次に温度パラメータの初期化が行われる(ステップ12)。つまり、温度Tが設定される。

【0077】(3) 次に、文字"0"~"9"の標準文字画像が入力される(ステップ13)。

【0078】(4) 次に、エネルギー E_k が計算される(ステップ14)。

1) まず、各標準文字画像について、次のような処理が行われる。まず、所定の標準文字画像に対して、DOGフィルタを用いて、サンプル画像から4方向のエッジが抽出される。次に、当該文字に対して既に決定されている膨張用構造要素を用いて、抽出された4方向エッジに対して、ベクトルモルフォロジーの膨張処理が施される。

【0079】2) 次に、対象文字"5"に対して現在設定されている誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素を用いて、各文字"0"~"9"の各標準文字画像から得られた膨張エッジそれぞれに対する一致度がランクフィルタで計算される。

【0080】たとえば、文字"0"の標準文字画像から得られた4方向の膨張エッジと、文字"5"に対して現在設定されている4方向の誤読判定ヒットエッジ用構造要素との一致画素数がそれぞれ算出される。また、対象文字"0"の標準文字画像から得られた4方向の膨張エッジの反転画像と、対象文字"5"に対して現在設定されている4方向の誤読判定ミスエッジ用構造要素との一致画素数がそれぞれ算出される。そして、得られた一致画素数の総和が文字"0"に対する一致度となる。

【0081】3) 対象文字"5"に対する一致度をA、他の文字に対する一致度の中で最も高い一致度をBとして、 $-(A-B+A)$ が算出される。この算出結果がエネルギー E_k である。

【0082】エネルギーの定義としては、 $E=-(A-B+A)$ の他に、 $E=B$ または $E=-(A-B)$ を用い

てもよい。 $E=B$ では対象文字に類似する文字の一致度を下げ、 $E=-(A-B)$ では対象文字の一致度と対象文字に類似する文字の一致度との差を広げ、 $E=-(A-B+A)$ では、対象文字の一致度と対象文字に類似する文字の一致度との差を広げるとともに対象文字の一致度を上げる。なお、シミュレーティドアニーリングはエネルギーを最小化するので負の符号が付けられている。

【0083】(5) 次に、エッジの摂動が行われる(ステップ15)。

10 1) まず、摂動を行う構造要素として、誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素のうちから、1つがランダムに選択される。

【0084】2) 次に、摂動を行うエッジとして、4方向エッジ(この例では、文字"5"の標準文字から抽出された4方向のエッジのうちの1つのエッジがランダムに選択される。

【0085】3) 選択された構造要素が誤読判定ヒットエッジ用構造要素であれば、選択されたエッジ画像内の領域から現在設定されている10個の点うち、削除すべき1つの点がランダムに決定される。また、選択されたエッジ画像内の領域から誤読判定ヒットエッジ用構造要素として未だ選択されていない1つの点がランダムに決定される。

【0086】4) 選択された構造要素が誤読判定ミスエッジ用構造要素であれば、選択されたエッジ画像外の領域から現在設定されている10個の点うち、削除すべき1つの点がランダムに決定される。また、選択されたエッジ画像外の領域から誤読判定ミスエッジ用構造要素として未だ選択されていない1つの点がランダムに決定される。

【0087】(6) 次に、摂動後の誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素を用いて、上記ステップ4と同様にして、エネルギー E_{k+1} が計算される(ステップ16)。

【0088】(7) 次に、摂動の受け入れしきい値 κ_0 が、 $0 < \kappa_0 \leq 1$ の範囲内で、ランダムに求められる(ステップ17)。

【0089】(8) 次に、摂動の受け入れ確率 κ が、エネルギーの差分 $(E_{k+1} - E_k)$ と温度Tとから算出される(ステップ18)。

【0090】(9) 次に、摂動を受け入れるか否かの判定が行われる(ステップ19)。

1) エネルギーが減少した場合には、 $\{(E_{k+1} - E_k) < 0\}$ 、摂動を受け入れると判定される。

【0091】2) また、エネルギーが増加し $\{(E_{k+1} - E_k) \geq 0\}$ 、かつ摂動の受け入れ確率 κ が受け入れしきい値 κ_0 より大きい($\kappa > \kappa_0$)場合にも、摂動を受け入れると判定される。

【0092】3) エネルギーが増加し $\{(E_{k+1} - E_k) \geq 0\}$ 、かつ摂動の受け入れ確率 κ が受け入れし

11

きい値 α 以下である ($\alpha \leq \alpha_0$) 場合には、摂動を受け入れないと判定する。

【0093】(10) 摂動を受け入れると判定されたときには、エッジの更新が行われる(ステップ20)。つまり、誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素が、摂動後の誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素に更新される。

【0094】(11) 上記ステップ19で摂動を受け入れないと判定されたときまたはステップ20でエッジ更新が行われたときには、エッジの摂動が所定回数行われたか否かが判定される(ステップ21)。エッジの摂動が所定回数行われていないときには(ステップ21でNO)、ステップ15に戻って、ステップ15~21の処理が繰り返される。

【0095】(12) エッジの摂動が所定回数行われたときには(ステップ21でYES)、温度Tが更新される(ステップ22)。つまり、温度が下げる。ある段階 k から次の段階 $k+1$ の温度を決定する温度更新方法としては、次の3つの式で示す方法がある。

【0096】

【数10】

$$T_{k+1} = T_k / 1 \circ g_k$$

【0097】

【数11】

$$T_{k+1} = r T_k \quad (0.8 \leq r \leq 1.0)$$

【0098】

【数12】

$$T_{k+1} = T_1 / k \quad (T_1 \text{ は初期温度})$$

【0099】ここでは、たとえば、上記式12に基づいて、温度が更新される。

【0100】(13) この後、終了判定が行われる(ステップ23)。

1) 予め指定した回数分、エッジの更新を行ってもエネルギーの変化がない場合には、この処理は終了する。

【0101】2) 温度が予め指定した温度より低くなった場合も、この処理は終了する。

10

【0102】3) 上記1)、2)に該当しない場合には、更新された温度を用いて、ステップ15以降の処理が行われる。

【0103】上記実施例によれば、着目エッジを自動的に学習するので、文字フォント毎に人間が設定しなくて済む。

【0104】なお、この発明は、文字の品質検査の他、マーク等の図形の品質検査にも適用することができる。

【0105】

【発明の効果】この発明によれば、汎用性のある文字・図形検査装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】チップ抵抗器捺印文字の品質検査装置の構成を示すブロック図である。

【図2】判定用構造要素格納部を示す模式図である。

【図3】良否判定部内に設けられたニューラルネットワークを示す模式図である。

【図4】文字"5"の原画像に対して抽出された4方向のエッジ画像を示す模式図である。

20 【図5】図4の4方向のエッジ画像に対して、膨張用構造要素 α を用いて膨張処理を行った結果を示す模式図である。

【図6】膨張用構造要素の具体例を示す模式図である。

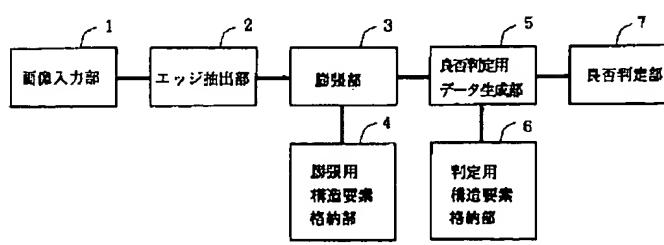
【図7】膨張用構造要素のサイズを決定するための処理手順を示すフローチャートである。

【図8】誤読判定ヒットエッジ用構造要素および誤読判定ミスエッジ用構造要素を決定するための処理手順を示すフローチャートである。

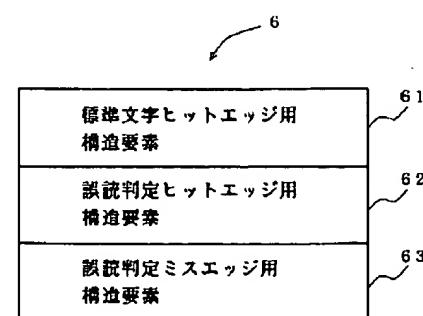
【符号の説明】

- 1 画像入力部
- 2 エッジ抽出部
- 3 膨張部
- 4 膨張用構造要素格納部
- 5 良否判定用データ生成部
- 6 判定用構造要素格納部
- 7 良否判定部

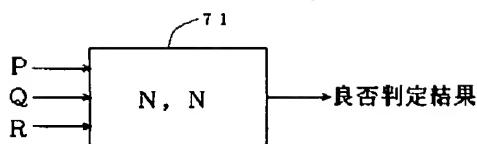
【図1】



【図2】



【図3】

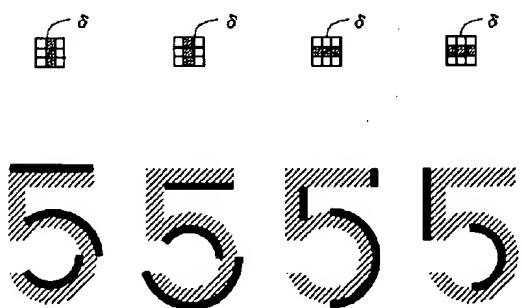


【図4】

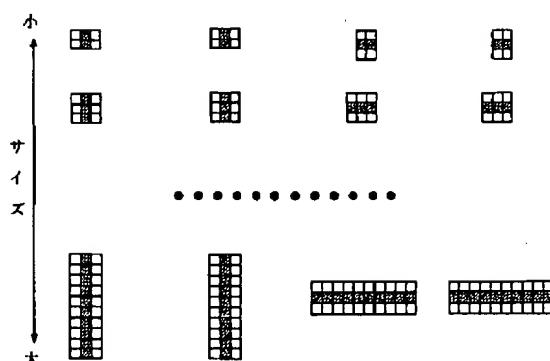


(a) 北側エッジ (b) 南側エッジ (c) 東側エッジ (d) 西側エッジ

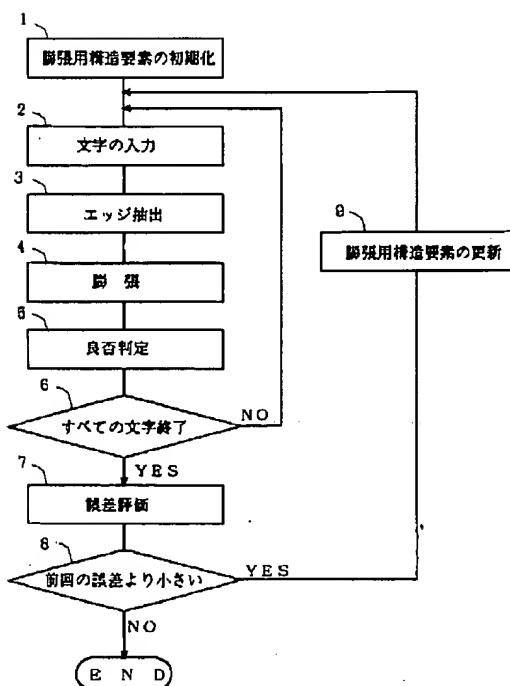
【図5】

(a) 北側
膨張エッジ (b) 南側
膨張エッジ (c) 東側
膨張エッジ (d) 西側
膨張エッジ

【図6】



【図7】



【図8】

